

## 明 細 書

### 回転ダクト方式シュラウド付回転翼

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、概ね半径3mを超える開口部の大きさ(以下、口径)で、リニアモーターの駆動原理を有するシュラウド付回転翼を作成し、かつターンテーブル等の回転可能な物体に取り付け、急速な吹き出し方向の変更を与えても、安定した駆動が可能なシュラウド付回転翼に関する。

#### 背景技術

- [0002] 回転翼の中心付近に位置するタービン等の原動機からの出力を回転翼の中央の駆動軸に接続して、ブレードを回転して揚力や推力を得る仕組みは、従来からヘリコプターをはじめとする回転翼機で多用されてきたが、回転翼をその回転の中央部分の軸によって回転させる方式は、莫大なエネルギーを必要とし、効率が悪かった。
- [0003] 特許文献3及び特許文献4は、回転の中心軸に動力を伝達するという従来の方式から、翼端において駆動力を発生する方式に転換することによって効率良くブレードを回転させ、かつ自在な回転速度の変化を可能とするシュラウド付回転翼を、シングルローター方式ヘリコプターのテールローター部分で実施できるように提案した。
- [0004] 特許文献4は、翼端において駆動力を発生する手段としてシュラウド側磁石と翼端磁石によるリニアモーターの原理による駆動方法を発明し、その実行の形態として、シュラウド側に翼端磁石を嵌入させる方式と、翼端磁石は、シュラウド側磁石の近傍空間に浮遊させる方式を提案した。前者については、さらに、翼心部に回転軸やハブを有しない方式と、翼心を回転軸に接続する方法を提示した。しかしながら、前者の翼端をシュラウド内に嵌入させ、回転軸やハブを有しないタイプは、大口径にして水平位置で使用すると、ブレードは自重のために脱落するし、急激な方向変換に耐えられない。また、翼心に回転軸を有するタイプは、ローターブレードの伸縮について考慮されていないので、大口径になると、嵌入した翼端は、駐機時にローターブレードの自重で翼心方向に強く引かれて抵抗が増し、回動不能となる。また、万一、起動し回動を始められたとしても、遠心力や熱による伸縮に対しての考慮もないので、同

様に回動不能となる可能性が高い。後者の翼端を、シュラウド内磁石の近傍で浮遊させる方式は、駐機時のローターブレードのたわみやゆがみによって、翼端磁石は、シュラウドの空間から脱落し、シュラウド内磁石と、翼端磁石の間隔が大幅に増大して、駆動力の発生を不可能とする。したがって、半径50〜60cm程度の小口径で、垂直位置、すなわちシングルローター方式のテールローター部分に使用する場合には、適用が可能であっても、大口径で水平位置、あるいは特許文献1のように吹き出し方向を急速に変更する場所に使用することは、著しく困難である。

[0005] 特許文献3は、電動機の原理(原理的にはリニアモーターと同じ)を大きくしたもので、回転軸上に整流子を持ち、整流子によって交代電圧に変換された電流は、ローターブレードを経由して翼端から円環上に伝わり、円環に埋め込まれた鉄心を含む電磁コイルを磁化して駆動力を得ることから、円環とブレードの翼端は、固着されており、ブレードの伸縮が、発明者が想定した3〜5mmを超えるような大きさとなる場合は、運用が困難と考えられる。さらに、電流を流し磁力を発生するコイルを鉄心とともに円環に埋め込んでいることから、円環そのものの発熱も考えられ、それらの影響を考慮すると、特許文献3の図面で示された垂直位置での使用法であっても、発明者が想定した直径1〜1.2m(半径、50〜60cm)が、作成可能な大きさの限度と考えられる。

[0006] 特許文献2や特許文献3が着目したように、ローターブレードは、その遠心力や温度変化によってその長さが変化する。特許文献3や特許文献4のように使用場所をテールローターのような垂直な位置で、その径を半径0.5〜0.6m(50〜60cm)程度として使用する場合は、長さの変化を最大に見積もったとしてもローターブレード長の0.6%程度であるので、0.003〜0.004m(3〜4mm)で、その変化は、ミリメートル単位の範囲で収まるから、特許文献3のように、円環の外側突部等によって吸収できた。しかし、これをメインローターの位置で水平にして使うときには、遠心力や温度変化のほかにローターブレードのたわみやゆがみの影響が追加され、駐機時には、遠心力方向と反対方向に約2%程度の投影半径の減少が見られる。そこで、メインローターの半径を5mとすると、遠心力等で伸張する分は約0.03m(3cm)であり、たわみやゆがみで投影半径が減少するのは約0.1m(10cm)にも及び、合計0.13m(1

3cm)という十数センチメートルのオーダーとなり、特許文献3及び特許文献4の呈示した方法では、いずれも駆動力を発揮する磁石同志の間隔を適正に保持することが著しく困難となり、特許文献1のような運用方法に用いることはできなかった。

- [0007] 特許文献2は、十数センチメートルにわたる回転半径の変化に影響を及ぼすローターブレードのたわみやゆがみを吸収し、シュラウド側磁石とローターブレード翼端磁石との間隔を常に適正にして、リニアモーターの駆動原理を安定して発揮できるよう、ローターブレード内に電気機械的な装置を設置したが、ローターブレードの重量が増加し、構造が複雑となって部品点数が増え、故障発生要因を増加するリスクとなった。また、翼端がそれぞれ独立していることから、ある特定のローターブレードに荷重がかかったときに、荷重の分散が不十分で、その部分の翼端がシュラウドに与える荷重が大きくなる。特に特許文献1のように1軸のターンテーブルに載せて飛翔体に取り付け運用した際は、ジャイロ効果によって、飛翔体の側壁に一番近いところと、一番遠いところの二カ所において、シュラウドに対して異常な圧力を発生し、この部分の強化を図っても、耐用命数を極端に縮めたり、場合によっては、この部分の破損を引き起こすおそれがあった。

- [0008] 特許文献1:特願2003-290873(請求項1、図13)

特許文献2:特願2002-383031(請求項1、図1、図2、図3)

特許文献3:特開2001-097288号公報(請求項1、請求項2、請求項6、0024、0049、0050、図7、図8)

特許文献4:特開平7-205897号公報(請求項1、0008、図1、図2、図3)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0009] リニアモーターの駆動原理を有するシュラウド付回転翼もしくは電動モーターの原理を有するシュラウド付回転翼は、それを小さな径で垂直にして使用する場合、構造が簡単で軽量であった。しかし、大口径で水平にして使うとき、遠心力や熱、あるいはローターブレードの自重によるたわみやゆがみを原因として、駆動力を発生する電磁石と永久磁石との間隔を適正に保つことの問題が発生したり、ローターブレード等の伸縮による圧迫で回転部分の回動を困難にしたりする。また、電磁石と永久磁石の

間隔を、電気機械的な装置で適正に保とうとすると、構造が複雑になるとともに、ローターブレード等の重量を増加し、大口径で水平位置で急激な方向変更をしない状態で使用する際には問題がなくても、方向を急激に変更するような運用をすると、シュラウドに対して、ジャイロ効果による強い圧力を発生する。

#### 課題を解決するための手段

- [0010] 本発明は、当初から、シュラウド内の電磁石で発生する回転磁界に応じて安定して回転可能な永久磁石を有するダクト(以下、回転ダクト)を準備する。シュラウドと回転ダクトとは、互いにその上下方向(回転面に直交する方向、縦方向)で常時接触し、外側のシュラウドの内周部を、内側の回転ダクトの外周部で包み込むような形状とする。シュラウドと回転ダクトの水平方向(回転面に平行する方向、横方向)の距離は、回転ダクトの自身の伸縮や回転ダクトの内周部に接続したローターブレードの伸縮の影響に対応できる適正な間隔をとって構成し、通常は、接触していない。シュラウドの内周部には、電磁石が配設してあり、回転ダクトの外周部には、シュラウド内の電磁石に対応する永久磁石を配設してあるので、シュラウドに回転磁界が発生すると、回転ダクトはそれに呼応して回転する。
- [0011] 回転ダクトの内周部に翼端を接続するローターブレードは、概ね半径3m程度の小口径の場合は、そのまま翼心を回転の中心基軸部にあるハブや中心軸(以下、ハブ等)に接続する。概ね半径5m程度を超える大口径の場合は、ローターブレードの自重で、ローターブレードがたわんだりゆがんだりすることを防止するために、ローターブレードの途中を概ね2.5mに一カ所程度の割合で、回転可能な支持部(以下、回転支持部)を設けて保持させて、翼心を回転の中心基軸部にあるハブ等に接続する。
- [0012] このように、シュラウド、回転ダクト、回転支持部、ハブ等及びローターブレードを主要な構成要素とする本発明は、大口径であっても回転支持部によって、ローターブレードのたわみやゆがみを防止できるので、回転ダクトの対処すべき伸縮は、遠心力と熱の影響に限定できる。よって、大口径となっても、伸縮対処は、シュラウドとその内周部を覆う回転ダクトとの水平方向(回転面に平行する方向、横方向)の間隔を適切にするだけで可能となる。
- [0013] また、各ブレードの翼端は、回転ダクトに接続されているため、これを急速に方向を変

更可能なターンテーブルに取り付けて運用しても、翼端にかかるジャイロ効果からくる圧力は回転ダクトによって分散されて、シュラウドに損傷を与えるような部分的でかつ強い圧力は発生しない。よって、常に安定した回転を続けることができるので、それに伴う揚力及び推力を安定的に得ることが出来る。

#### 発明の効果

[0014] 本発明は、人馬力の割には、少ない揚力の発生しか得られない従来方式に比べ、小さな動力であっても、大きな揚力の発生を可能とする。よって、従来のヘリコプター等において見られた、回転翼の中央基軸部に駆動装置を接続してブレードを回して揚力を得る方式をやめ、本発明のリニアモーターの駆動原理を有する回転ダクト方式シュラウド付回転翼をメインローターの位置で実施すると、軽量、構造簡単、省燃費が達成できる。また、過去に発明されたシュラウド付回転翼では、大口径にして水平位置での使用は、困難であったり問題があったが、本発明では、大口径のローターブレードを水平位置で使用できるばかりでなく、吹き出し方向を急速に変更できるターンテーブルに取り付けて運用しても安定した駆動力を得ることが出来るので、特許文献1への適用も可能である。

[0015] 従来のヘリコプター等の回転翼機では、発生する揚力の機体への伝達は翼心部經由で行い、翼端は空中に開放している。このため、ローターブレードの各質点中最も対気速度が速い翼端の相対的揚力過多によるめくり上がりを防止する必要がある。よって、ローターブレードの迎角を翼端部と翼心部で変化させる等の捻りを入れた複雑な構造を必要とする。これに対し、本発明では、発生する揚力の伝達は翼端部經由であるので、翼端がめくり上がる心配はない。よって、ローターブレードに捻り等の加工の必要がなく、製造コストを低減できる。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0016] 本発明によるリニアモーターの駆動原理を有する回転ダクト方式シュラウド付回転翼の外観の概要は、図1のようになる。

#### 実施例 1

[0017] 図1ー図8は、シュラウド内周部に電磁石を円環状に配設して、回転ダクトの外周部に永久磁石を配設して、シュラウド側電磁石が回転磁界を発生することによって、回

転ダクトやローターブレード等が回転して、揚力や推力を発生する、回転ダクト方式シュラウド付回転翼の実施例である。

## 実施例 2

- [0018] 図9ー図11は、回転ダクト方式シュラウド付回転翼を、特許文献1を実現する際のターンテーブル(急速風向変更装置)に取り付けた場合の実施例である。

## 産業上の利用可能性

- [0019] ヘリコプターや空飛ぶプラットフォーム及び特許文献1のような飛翔体に使用した場合、軽量で強力な風量を安定的に発生できる揚力装置及び推力装置を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0020] [図1]本発明のリニアモーターの駆動原理を有する回転ダクト方式シュラウド付回転翼の平面図である。
- [図2]回転ダクト方式シュラウド付回転翼の正面図(側面図も同様)である。
- [図3]回転ダクト方式シュラウド付回転翼の水平断面図である。
- [図4]回転ダクト方式シュラウド付回転翼の回転ダクトやローターブレード等の回転部分のみの水平断面図である。回転翼は、回転の中心から遠ざかるにしたがって、その質点での対気速度が増大する。よって、ローターブレードの迎角が、どの場所でも同じである場合には、翼心部に比べ、翼端部の揚力が過多となり、ローターブレードが回転すると、翼端がめくり上がるような形状となり、真下に対する揚力が減少する。これを防止するため、最近の回転翼機に用いられる開放翼端のローターブレードは、翼心付近のローターブレードの迎角を深くし、翼端付近の迎角を浅くして、翼端のめくり上がりを防止し、ローターブレード全体で均一な揚力を得られるように設計されている。それは、従来のヘリコプター等の回転翼機では、ローターブレードで発生した揚力は、翼心部の回転軸を經由して機体の揚力とするので、止む終えないことであったが、このため、回転の空気抵抗と発生する揚力とのバランスが最適化されている場所は、ローターブレード上の一部に過ぎず、その他においては、ローターブレードの迎角は、最適とはいえなかった。しかし、本発明では、翼端部を經由して揚力を機体に伝達するため、翼端に偏って揚力が発生しても問題がないので、ローターブレ

ードの迎角に、どの部分においても最適化された迎角の値を持たせることができる。

このため、本発明のローターブレードは、捻りのないフラットな形状となっている。

[図5]回転ダクト方式シュラウド付回転翼の垂直断面図である。

[図6]回転ダクト方式シュラウド付回転翼の回転ダクトやローターブレード等の回転部分のみの垂直断面図である。

[図7]回転ダクト方式シュラウド付回転翼のシュラウドや支持部等の回転しない部分のみの垂直断面図である。

[図8]回転ダクト方式シュラウド付回転翼の駆動力を発生するシュラウドと回転ダクト周辺の垂直断面図である。回転ダクトは、回転ダクトを構成する円筒の上下の部分が、シュラウドを内側から包み込むようにして、シュラウドに、上下のベアリングを介して、常時、接触しており、この接触部分を介して、ローターブレードの揚力もしくは推力を、シュラウド側に伝達している。反対に、回転ダクトの外周部と、シュラウドの内周部は、通常、一定の距離を保ち接触していない。この距離は、回転ダクト等の回転部が遠心力や熱によって最大の伸張があった際に、シュラウド側に準備したベアリングに接触して安定するような適切な距離を保って構成される。

[図9]回転ダクト方式シュラウド付回転翼をターンテーブルに取り付けた場合の平面図である。

[図10]回転ダクト方式シュラウド付回転翼をターンテーブルに取り付けた場合の正面図である。

[図11]回転ダクト方式シュラウド付回転翼をターンテーブルに取り付けた場合の側面図である。

#### 符号の説明

- [0021]
- 1 (固定)支持部
  - 2 シュラウド
  - 3 電磁石
  - 4 永久磁石
  - 5 回転ダクト
  - 6 ローターブレード

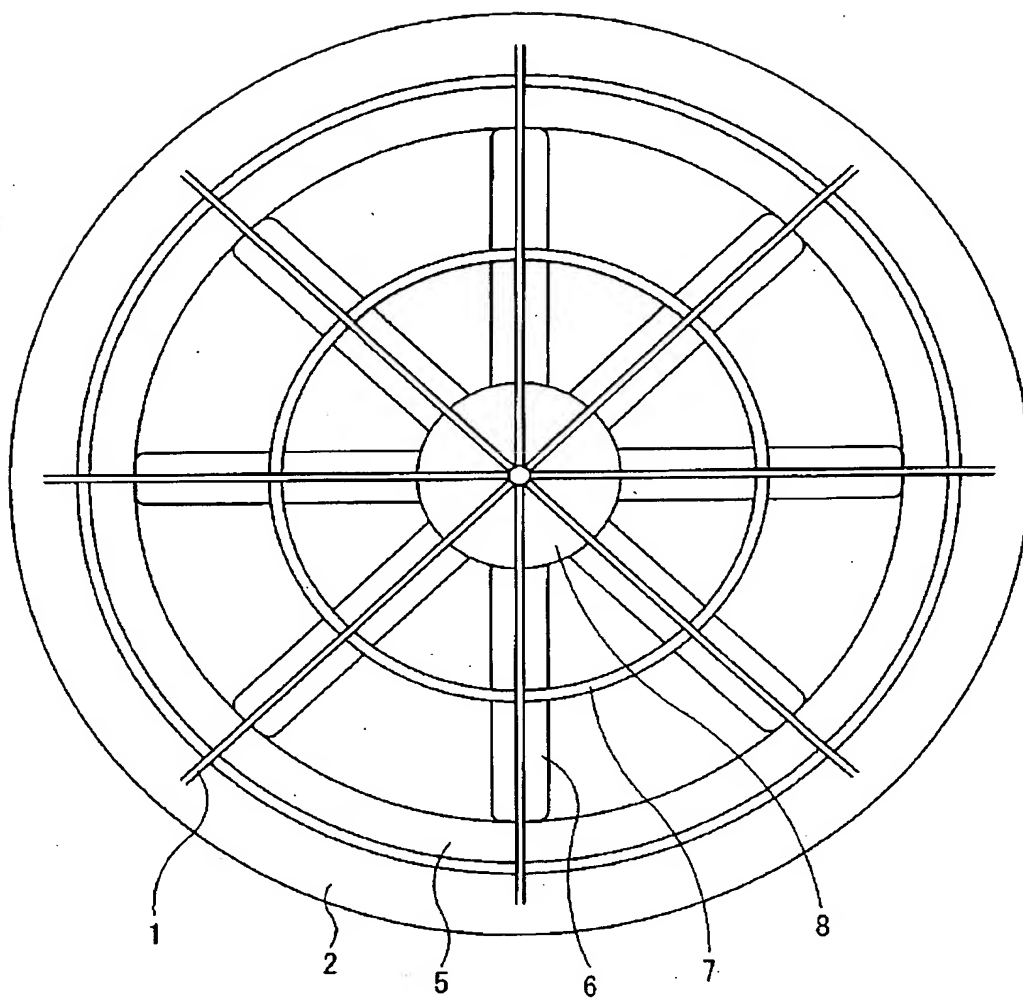
- 7 回転支持部
- 8 ハブ
- 9 ベアリング(伸張時だけ、接触)
- 10 ベアリング(常時、接触)
- 11 ベアリング(伸張時だけ、接触)
- 12 ターンテーブル



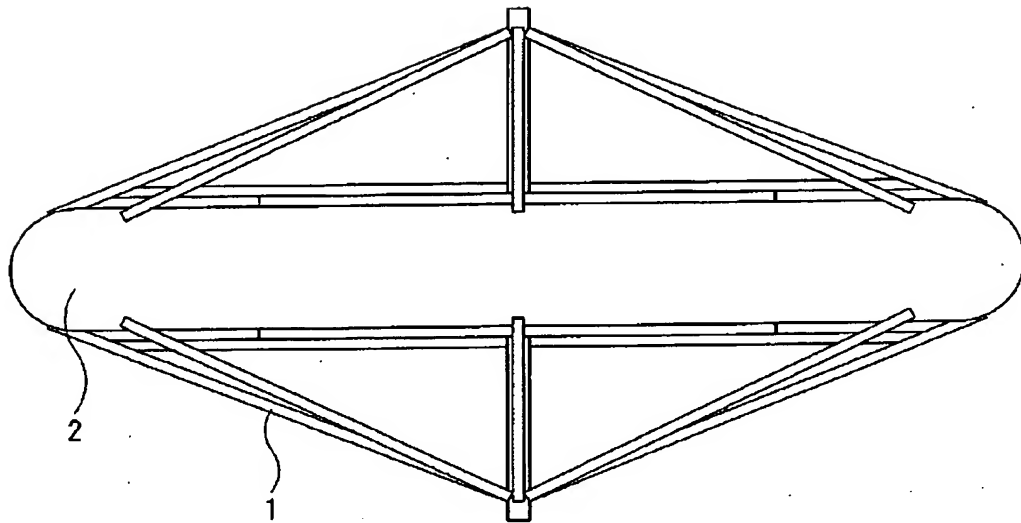
### 請求の範囲

- [1] 概ね半径3mを超える開口部の大きさ(以下、口径)のリニアモーターの駆動原理を有するシュラウド付回転翼において、
- (1) 内部に回転磁界を形成できる電磁石を円環状に配設したシュラウド。
  - (2) シュラウドとは互いに上下方向(回転面に直交する方向、縦方向)では、常時接触し、水平方向(回転面に平行する方向、横方向)では、伸縮対応のため通常は非接触の適正な間隔を保持してシュラウドの内周部を包み込むような形状を有し、外周部には永久磁石を、内周部にはローターブレードを接続した回転可能なダクト(以下、回転ダクト)。
  - (3) ローターブレードを上下方向(回転面に直交する方向、縦方向)から挟む円筒で、円筒の上下方向(回転面に直交する方向、縦方向)中央部ではローターブレードと接続し、円筒の上下方向(回転面に直交する方向、縦方向)両端では支持部と接触して、ローターブレードが自重でたわんだりゆがんだりすることを防止するため上下方向(回転面に直交する方向、縦方向)から抑えて、回転ダクトの対処すべき伸縮を遠心力と熱の影響に限定可能とし、円筒の上下方向(回転面に直交する方向、縦方向)両端を支持部に接触したまま、ローターブレードと一体になって回転可能な支持部(以下、回転支持部)。
  - (4) 支持部によってローターブレードの回転の中心に位置し、ローターブレードの翼心を接続するハブまたは中心軸(以下、ハブ等)。
  - (5) 翼端を回転ダクトの内周部に接続し、翼心をハブ等に接続し、翼心から翼端方向へ向かって、概ね2.5m当たり一カ所程度の割合で、ブレード上の途中に回転支持部を有するローターブレード。
- 以上のような、シュラウド、回転ダクト、回転支持部、ハブ等及びローターブレードを主要な構成品として作成することによって、シュラウド付回転翼の吹き出し方向を急速に変更する環境であっても、回転ダクトに接続されたローターブレードが発生する揚力や推力を、口径や飛翔体への取り付け状態及び吹き出し方向にかかわらず、常に安定的に得られることを特徴とする回転ダクト方式シュラウド付回転翼。

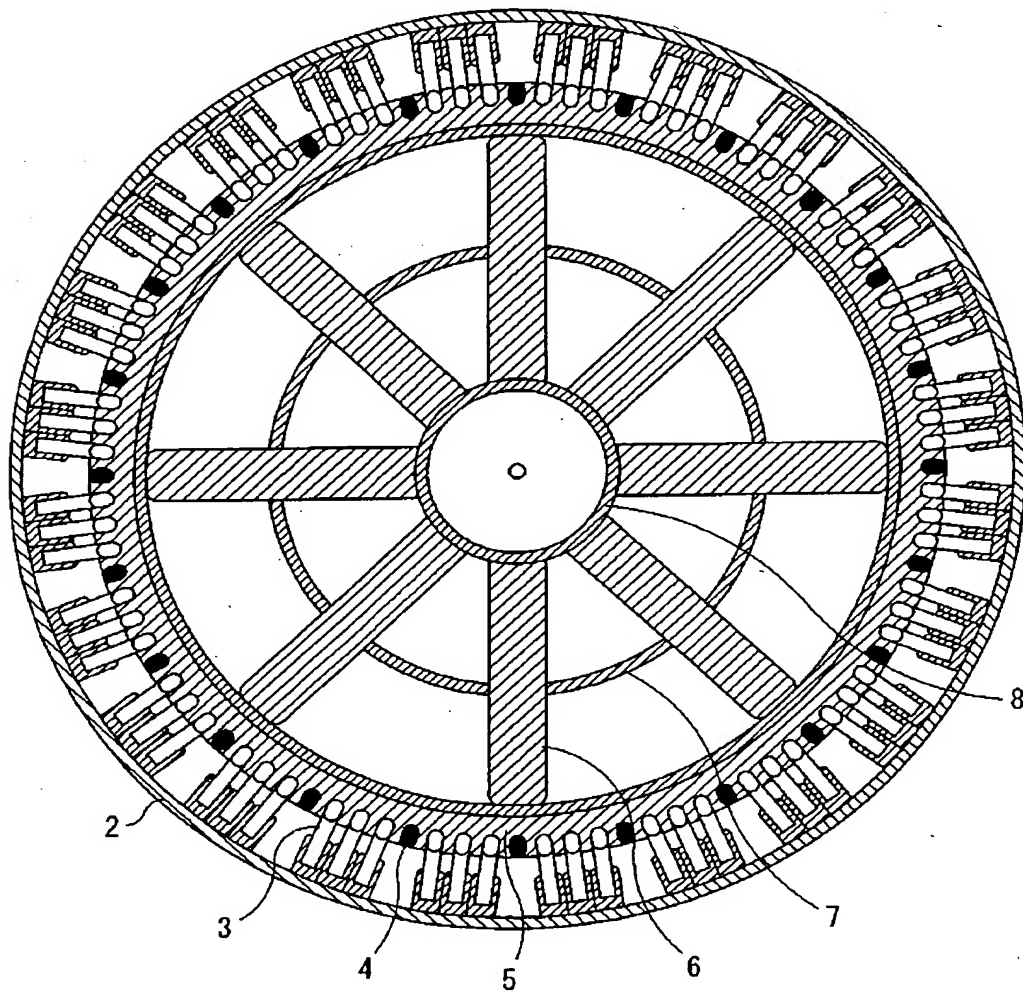
[図1]



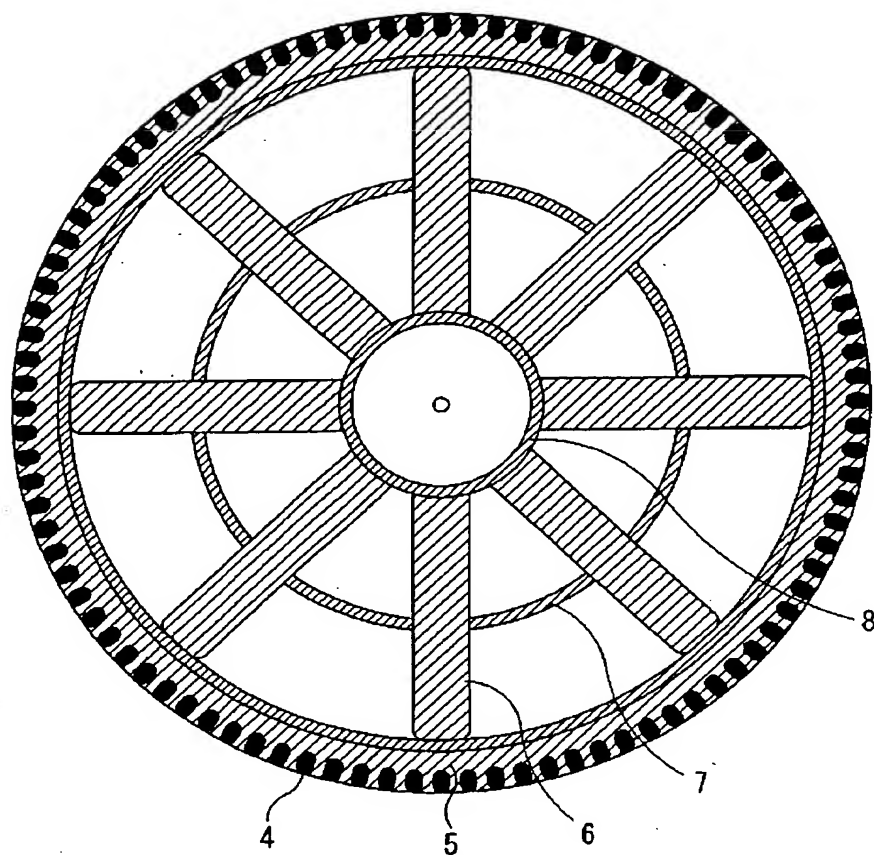
[図2]



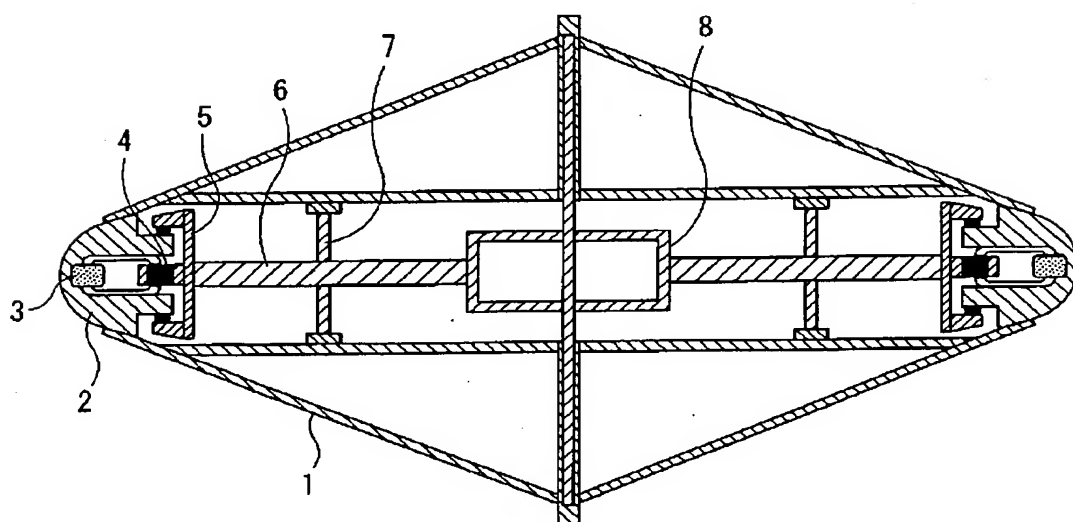
[図3]



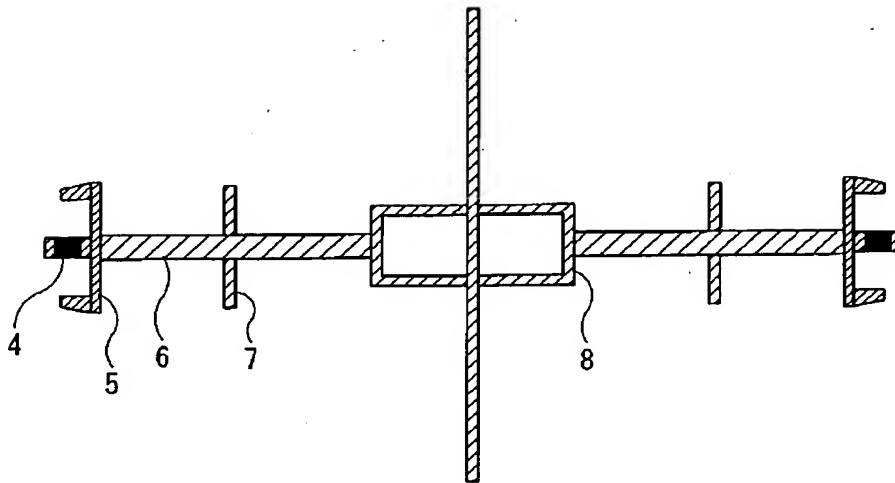
[図4]



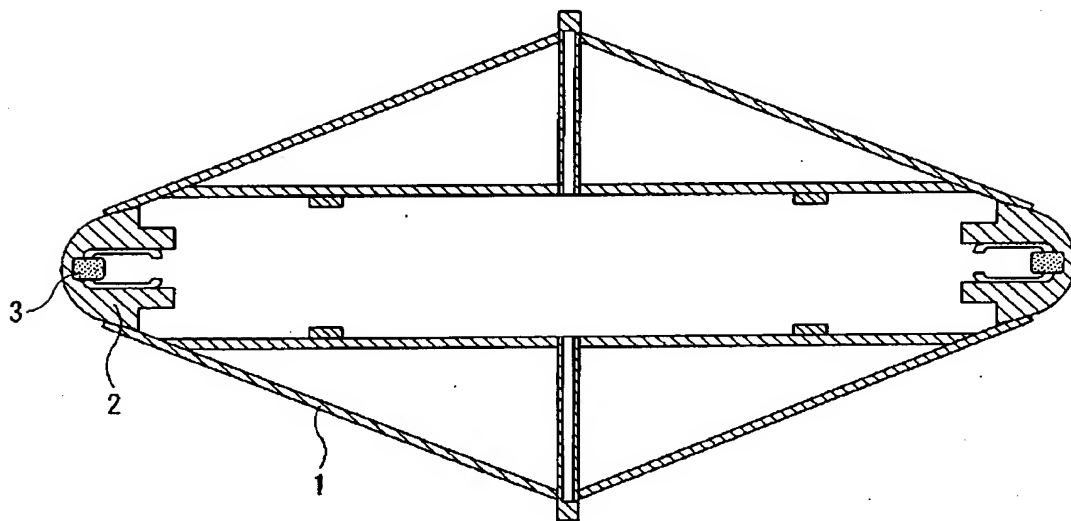
[図5]



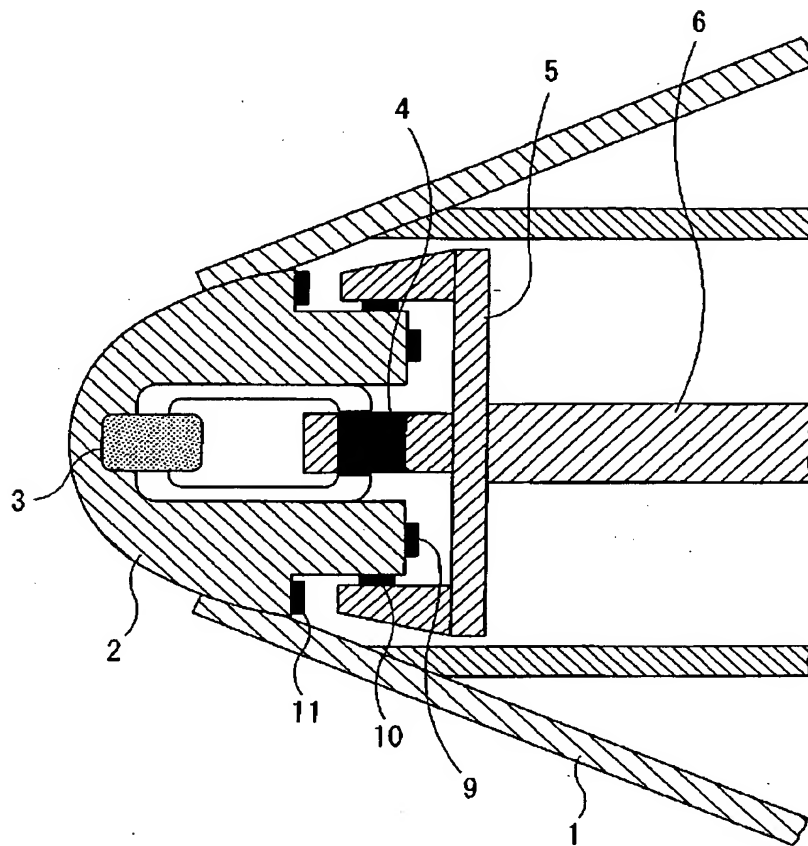
[図6]



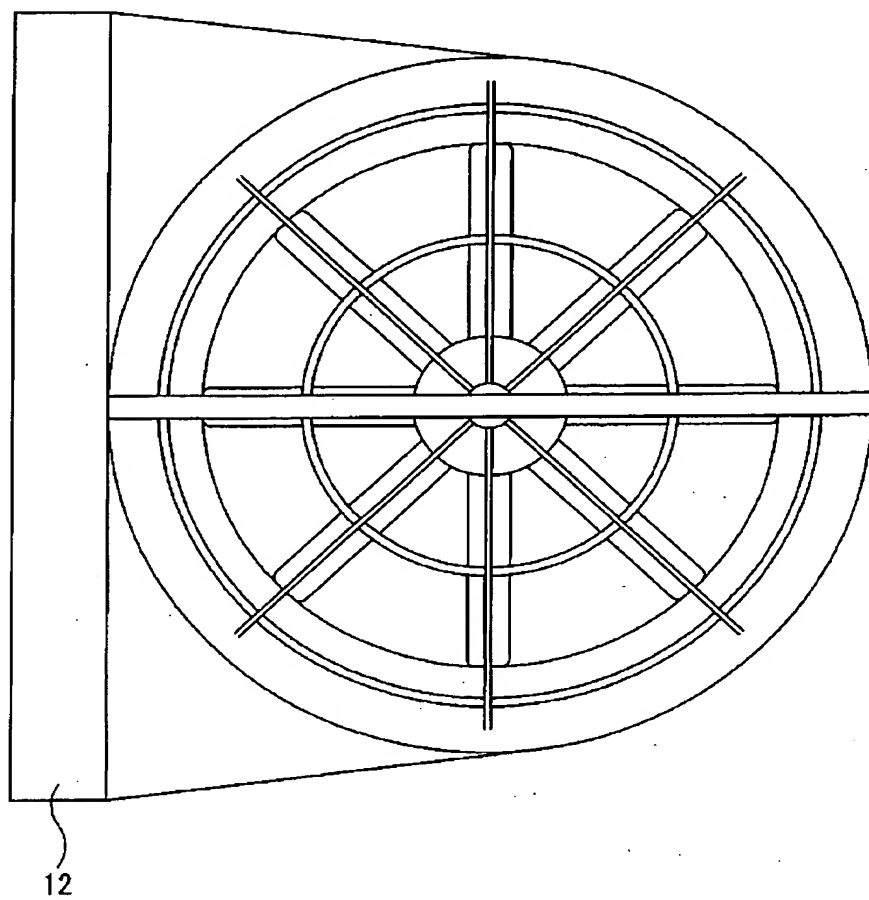
[図7]



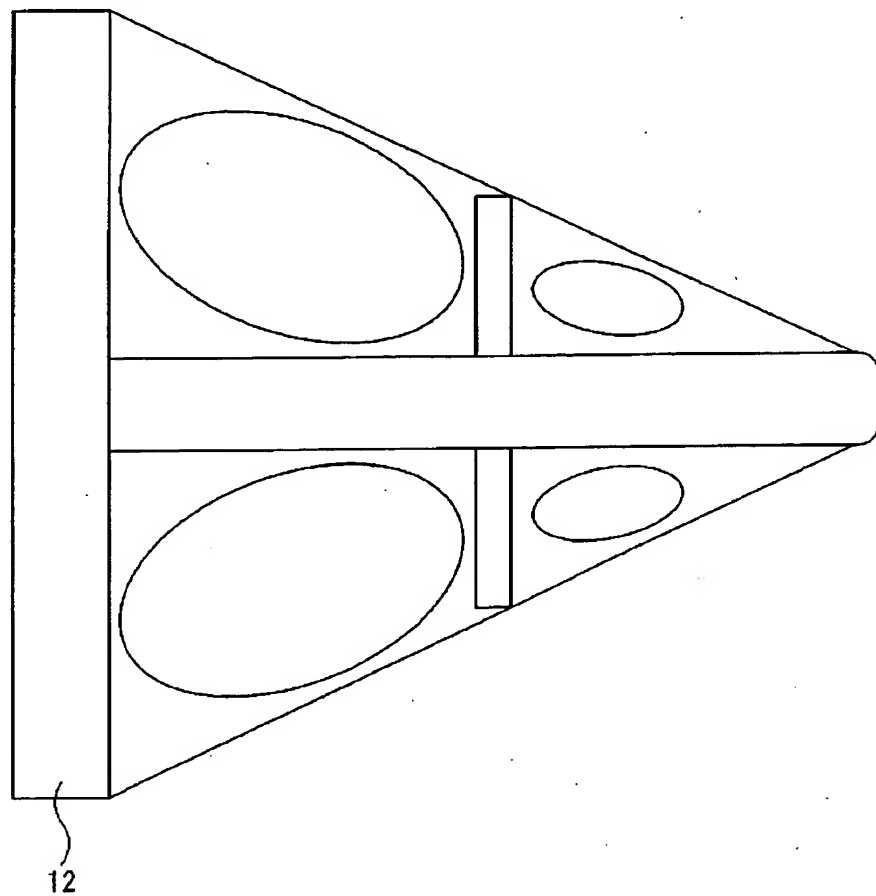
[図8]



[図9]



[図10]





[図11]

